

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
“АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА”  
(ФГБНУ «АЗНИИРХ»)**



**СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
ВОДНЫХ И НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

**Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ  
26-29 ОКТЯБРЯ 2015 Г.**

**Ростов-на-Дону  
2015**

Дорохова И.И.

ФГБУН Институт морских биологических исследований  
им. А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь

mirenri@bk.ru

## НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ ГОНАД

Гидробионты являются одними из главных источников животного белка для человечества. Некоторые черноморские рыбы – важные промысловые виды или же объекты рекреационного рыболовства, обладающие высокой пищевой ценностью и отличными вкусовыми качествами. Исследование состояния их популяций – актуальное направление современной науки, и напрямую связанное с оценкой способности их представителей успешно размножаться в современных постоянно меняющихся условиях среды. Репродуктивный цикл костистых рыб – это сезонное явление, в огромной степени подверженное влиянию факторов окружающей среды, и каждая фаза этого цикла находится под гормональным контролем (Rostey et al., 1992). В период созревания половых продуктов все белки и липиды мобилизируются из соматических тканей и переносятся в репродуктивные органы (Hajam et al., 2012). В гонадах рыб происходят многочисленные биохимические процессы, связанные с синтезом и модификацией различных веществ, немаловажную роль в этом играют ферменты группы трансаминаз и щелочная фосфатаза.

В связи с этим целью данной работы является исследование активности аминотрансфераз и щелочной фосфатазы в гонадах черноморских рыб на разных стадиях развития.

### Материалы и методы

Объектом исследования служили морской ерш *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) ( $n=119$ ), спикара ( $n=75$ ), *Spicara flexuosa* (Rafinesque, 1910) и мерланг *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758) ( $n=41$ ), отловленные в б. Карантинная (г. Севастополь) в 2013–2014 годах. Проводили полный биологический анализ рыб, извлекали гонады, замораживали и хранили материал при температуре  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Все отобранные экземпляры находились в состоянии нереста. Определение активности ферментов проводили в экстракте тканей с использованием стандартных наборов реактивов фирмы «Філісіт» (Украина) – «Щелочная фосфатаза», «АлАТ», «АсАТ». Полученные данные пересчитывали с учетом содержания белка в гомогенатах тканей. Белок определяли по методу Лоури с использованием стандартного набора «Общий белок» «Філісіт» (Украина). Результаты обраба-

тывали статистически, вычисляли среднее значение и ошибку средней.

### Результаты исследований

Активность исследуемых ферментов в гонадах морского ерша представлена в таблице 1.

Таблица 1

#### Активность ферментов в гонадах морского ерша на разных стадиях развития гонад, ( $M \pm m$ )

Фермент	Покой	Подготовка к нересту	Нерест
Самки			
АЛТ (мкмоль/час*мг)	0,09±0,01*(n=50)	0,08±0,01* (n=8)	0,16±0,05 (n=3)
АСТ (мкмоль/час*мг)	0,12±0,01*(n=52)	0,1±0,01* (n=8)	0,13±0,01* (n=3)
ЩФ (нмоль/с*мг)	299±41*(n=27)	291±53 (n=8)	532±111(n=3)
Самцы			
АЛТ (мкмоль/час*мг)	0,19±0,02 (n=28)	0,16±0,03 (n=14)	0,30±0,06▪ (n=9)
АСТ (мкмоль/час*мг)	0,20±0,03 (n=28)	0,20±0,04 (n=14)	0,30±0,07(n=9)
ЩФ (нмоль/с*мг)	605±30▪ (n=14)	223±69 (n=14)	510±95 (n=7) ▪

Примечание: \* – достоверно ниже, чем у самцов, ▪ – достоверно выше, чем при подготовке к нересту.

Активность всех исследуемых ферментов в гонадах самок и самцов морского ерша имеет общий характер изменений в течение репродуктивного цикла: активность падает при переходе к преднерестовому периоду и возрастает при наступлении нереста. Достоверные отличия получены для активности АЛТ и ЩФ гонад самцов.

Следует, также отметить достоверные половые отличия активности АЛТ и АСТ в течение всего цикла. Однако активность ЩФ в гонадах рыб, готовящихся к нересту и в период нереста у самок и самцов, становится одинаковой.

В гонадах спикары активность АЛТ у самцов достоверно возрастает во время нереста по сравнению с периодом покоя почти в 3 раза, а у самок – несколько снижается (табл. 2). Активность АСТ у рыб обоих полов увеличивается при подготовке к нересту, однако при наступлении нереста падает. Аналогичная тенденция установлена и для ЩФ, активность которой достоверно возрастает у самок и самцов при подготовке к размножению, а с наступлением нереста несколько снижается. Половые отличия для спикары получены для АЛТ и АСТ в период нереста.

При подготовке к нересту активность АЛТ и АСТ в гонадах самок мерланга несколько снижается, но отличия не достоверны (табл. 3). Однако при наступлении нереста активность исследуемых ферментов достоверно падает, активность ЩФ также несколько уменьшается.

Таблица 2

**Активность ферментов в гонадах спикары на разных стадиях развития гонад, ( $M \pm m$ )**

Фермент	Покой	Подготовка к нересту	Нерест
Самки			
АЛТ (мкмоль/час*мг)	0,04±0,01• (n=27)	0,04±0,02* (n=2)	0,03±0,002* (n=13)
АСТ (мкмоль/час*мг)	0,12±0,02 (n=37)	0,16±0,03 (n=2)	0,08±0,02* (n=13)
ЩФ (нмоль/с*мг)	226±21*** (n=14)	387±35 (n=2)	332±94 (n=4)
Самцы			
АЛТ (мкмоль/час*мг)	0,05±0,01•• (n=8)	0,11±0,03 (n=4)	0,145±0,012 (n=7)
АСТ (мкмоль/час*мг)	0,08±0,02•• (n=9)	0,16±0,05 (n=4)	0,149±0,018 (n=7)
ЩФ (нмоль/с*мг)	218±95*** (n=3)	489±79 (n=4)	302±52 (n=2)

Примечание: \* – достоверно ниже по сравнению с самцами; • – достоверно выше по сравнению с нерестом, •• – достоверно ниже по сравнению с нерестом, \*\*\* – достоверно ниже по сравнению с подготовкой к нересту

Таблица 3

**Активность ферментов в гонадах мерланга на разных стадиях развития гонад, ( $M \pm m$ )**

Фермент	Покой	Подготовка к нересту	Нерест
Самки			
АЛТ (мкмоль/час*мг)	0,33±0,07 (n=6)	0,33±0,03• (n=14)	0,21±0,02 (n=20)
АСТ (мкмоль/час*мг)	0,40±0,06 (n=5)	0,34±0,07• (n=14)	0,15±0,02 (n=20)
ЩФ (нмоль/с*мг)	-	2381±568 (n=3)	1671±265 (n=5)

Примечание: • – достоверно выше по сравнению с нерестом

### Обсуждение результатов

Для каждого исследованного вида характерны свои особенности изменений активности ферментов в течение репродуктивного цикла. В гонадах морского ерша активность незначительно снижается в преднерестовый период, а при наступлении нереста активность существенно возрастает; у спикары напротив – активность несколько повышается при подготовке к нересту, однако затем падает, а у самок мерланга – снижается в оба обсуждаемых репродуктивных периода. Такие особенности могут быть объяснены разницей в биологии видов: морской ерш – донный, летненерестящийся, спикара также размножается в теплое время года, но, в отличие от ерша, является более подвижной придонно-пелагической рыбой. Мерланг, как и спикара – придонно-пелагический вид, но нерестится с декабря по март. По-видимому, различное время нереста (лето и зима соответственно),

а также естественная подвижность видов определяют и активность ферментов: повышение активности ферментов у летненерстящихся рыб является не только результатом интенсивного развития гонад, но и следствием усиления общего метаболизма в теплое время года. В то время как активность ферментов в гонадах самок мерланга мало зависит от температуры воды, она падает по мере созревания гонад и становится минимальной в период нереста – когда процессы вителлогенеза закончены. Установлено, что на разных этапах репродуктивного цикла активность ферментов (особенно АЛТ и АСТ) в гонадах самок ниже, нежели у самцов.

Литературных данных, касающихся активности аминотрансфераз в гонадах рыб, очень мало, однако, установлено что в семенниках кеты в период морского нагула активность ферментов была вдвое выше, нежели в яичниках. Связано это с тем, что в это время в семенниках начинается активный сперматогенез, при котором происходят интенсивные процессы переаминирования (Самсонова, 2002). Проведенный ранее анализ показал, что активность аминотрансфераз в крови и печени черноморских рыб не имеет четко определенной зависимости от пола особей: в одном случае активность ферментов выше у самок, в другом – у самцов, а у большинства достоверные отличия отсутствуют (Дорохова, 2013). Изменения активности аминотрансфераз в гонадах морского ерша и спикары на стадиях подготовки к нересту и нереста соответствует изменениям активности аминотрансфераз в печени данных видов. В весеннее-летний период активность ферментов в печени морского ерша ниже весной (подготовка к нересту) и повышается летом (нерест), у спикары, напротив, активность трансаминаз выше весной и существенно снижается летом (Дорохова, 2013).

Активность АЛТ в крови самок линия *Tinca tinca* не меняется в пред- и посленерестовый периоды, в то время как активность АСТ достоверно возрастает после наступления нереста (Svobodova et al, 2001). Аналогичные данные получены для морского карася *Acanthopagrus latus* – активность АЛТ не менялась в течение репродуктивного цикла, в то время как АСТ повышалась на последних стадиях созревания гонад (Hatami et al., 2014). Максимальная активность АСТ в период нереста установлена и у длинноперого сома *Clarias batrachus*, а в пред- и посленерестовый период отмечена более низкая активность (Srivastava et al., 1999).

Характер изменений активности ЩФ, во многом такой же, как и у аминотрансфераз, однако половые отличия выявлены значительно слабее. В крови, гонадах и печени рыбы-жабы *Halobatrachus didactylus* не установлено половых отличий и изменений активности щелочной фосфатазы в

репродуктивный и не репродуктивный периоды (Rostley et al, 1992).

У спикары и самок мерланга выявлена высокая активность ЩФ в гонадах в период подготовки к нересту. Известно, что повышенное содержание ЩФ характерно для развивающихся яичников животных (Skaheet, Bakshi, 2010), в том числе рыб (Appa Rao, 1979). В основном ЩФ локализуется в цитоплазме растущих клеток, в которых происходит синтез белка, и где этот фермент играет важную роль в метаболизме липидов, углеводов, нуклеиновых кислот и нуклеотидов. У костистых рыб фосфатазы принимают участие в абсорбции и транспортировке макромолекул через мембраны (Rostley et al, 1992). В гемолимфе краба *Portunus pelagicus* на стадии нереста также отмечено повышение активности ЩФ (Muthivelu et al., 2013).

Таким образом, активность аминотрасфераз и щелочной фосфатазы в гонадах 3 видов черноморских рыб зависит от видовой, и, в меньшей степени, половой, принадлежности, отражает особенности нереста исследуемых особей.

### Список литературы

1. Дорохова И.И. Половые особенности активности аминотрасфераз в печени черноморских рыб // Биоразнообразие и роль животных в экосистемах: Мат. VII Междунар. научной конф-ции. – Днепропетровск: Адверта, 2013. – 90–91 с.
2. Дорохова И.И. Сезонные изменения активности аминотрасфераз в печени некоторых черноморских рыб // Биологические системы. 2012. № 4. – С. 371–375.
3. Самсонова М.В. Аланин- и аспаратаминотрансферазы как индикаторы физиологического состояния рыб / Дис. ...канд. биол. наук: 03.00.04. Москва, 2002. – 166 с.
4. Appa Rao T. Alkaline phosphatase activity in ovaries of some clupeoides // Indian J. Fish., 1979. 26 (1 & 2). – P. 253–255.
5. Hajam G.N., Mir I.H., Channa A. et al. Biochemical changes associated with the ovary maturation of a freshwater teleost, *Schizothorax niger* Heckel (Teleost, Cypriniformes, Cyprinidae) // Indian J. of Fund. Appl. Life Sci. 2012. Vol. 2 (1). – P. 18–21.
6. Hatami Nasari F., Kochanian P., Salati A.P. et al. Variation of some biochemical parameters in female yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus* (Houttuyn) during reproductive cycle // Folia Zoologica. 2014. Vol. 63, Issue 4. – P. 238–244.
7. Muthuvelu S., Sundhari S., Purusothaman S. et al. Biochemical and enzymatic fluctuation during ovarian development of edible marine crab *Portunus pelagicus* [Linnaeus, 1758] // Int. J. Pharm. Pharm. Sci. 2013. Vol.5, Suppl 4. – P. 638–642.
8. Rostey M., Blanco M., Gonzalez de Canales M.L. et al. Biochemical parameters during reproduction of the toad fish, *Halobatrachus didactylus* // Sci. Mar. 1992. 56(1). – P. 87–94.
9. Shakeet P., Bakshi S. Biochemical Alterations in the Gonads of *Chrotogonus trachypterus* (Blanchard) Treated with Sub-lethal Dose of Monocrotophos // J. Life Sci. 2010. 2(2). – P. 107–115.
10. Srivastava A.S., Oohara I., Suzuki T. et al. Activity and expression of aspartate aminotransferase during the reproductive cycle of a fresh water fish, *Clarias batrachus* // Fish Physiology and Biochemistry, 1999. Vol. 20, Issue 3. – P. 243–250.